

PERANCANGAN MESIN BOR MAGNET PENDEKATAN ERGONOMI UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS PRODUKSI

Jaka Purnama
Bambang Setyono
Hanif Amrullah

Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Email : jakapurnama99@yahoo.com, benks68@yahoo.com & benetem@gmail.com

ABSTRAK

Pada industri mesin perkakas penggunaan mesin bor sangat dominan digunakan, sehingga kecepatan dan ketepatan menjadi pertimbangan penting dalam kegiatan produksi. Mesin bor magnet merupakan mesin bor ulir tangan, tetapi dilengkapi dengan magnet sebagai perekat di sisi besi/material. Mesin ini sangat sesuai digunakan untuk melubangi material yang tempatnya sulit dikerjakan dengan mesin bor biasa. Alat bantu ini lebih mudah mengerjakan dan dipindahkan, memperingan pekerjaan dan menghilangkan berbagai kecelakaan kerja. Perancangan ukuran mesin bor magnet yang ergonomi akan memberikan dampak sangat baik untuk operator terhadap kenyamanan kerja. Perancangan mesin supaya optimal, maka menggunakan ukuran sampel dari operator di industri mesin perkakas, maka dihasilkan ukuran : panjang pegangan 11,2 cm, diameter 2,6 cm, tinggi penyangga 70,5 cm, jarak kursi dengan mesin 73,5 cm, tinggi kursi 29,9 cm, lebar kursi 39,4 cm dan tinggi lampu 51,1 cm. Hasil analisa sesudah menggunakan mesin baru/redesain memberikan dampak lebih nyaman, kerja lebih cepat, dan kecelakaan dapat dihindari. Rata-rata selisih waktu kerja dengan mesin baru lebih cepat : waktu mengebor 3,4%, waktu pemosisian mata bor 20,4%, waktu setup 9,5% dan waktu perpindahan 8,5%. Tercapainya efisiensi dan efektifitas kerja, maka berdampak terhadap keuntungan perusahaan akan menjadi lebih banyak.

Kata Kunci : Mesin, Bor, Magnet, Ergonomi, Efisien

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada industri manufaktur yang harus diperhatikan agar kegiatan produksi dapat berjalan dengan baik dan lancar maka efisiensi tinggi, kecepatan produksi dan ketepatan ukuran produk akan selalu dipertimbangkan. Kenyamanan dan keamanan juga menjadi faktor penting untuk diperhitungkan dalam merencanakan suatu peralatan/alat bantu yang digunakan dalam sistem kerja. Mesin bor magnet merupakan mesin bor biasa tetapi dilengkapi dengan magnet sebagai perekat di sisi besi yang akan dibor. Mesin bor ini digunakan untuk melubangi material yang tempatnya sulit dijangkau oleh mesin bor duduk biasa [Joko, 2005]. Mesin bor magnet ini digunakan karena jarak penyangga tubuh dengan mata bor lebih kecil dari jarak material yang akan dilubangi. Penggunaan mesin bor magnet yang sering dirasakan oleh operator saat menggunakan adalah rasa tidak nyaman dan resiko kecelakaan (bahaya) saat menggunakan mesin bor, terutama pada saat pemindahan mesin bor pada saat diangkat terasa terlalu berat, [Titik, 2010].

Kecelakaan kerja yang sering terjadi pada saat menggunakan mesin bor adalah pada saat mesin bor melakukan aktivitas mengebor, maka mesin bor terangkat ke atas karena tekanan mata bor terlalu kuat,

sedangkan magnet tidak dapat merekat dengan baik sehingga rekatan antara mesin bor dengan benda kerja lepas. Lepasnya rekatan mesin bor dengan benda kerja mengakibatkan terjadinya kecelakaan kerja. Mesin bor magnet mempunyai ukuran berat yang relative lebih berat dibandingkan dengan mesin bor biasa, maka jika terjadi kecelakaan kerja akan berakibat fatal terhadap pengguna/operator [Sri Gunani, 2005].

Pekerja pada saat melakukan kegiatan produksi, merasakan nyeri pada punggung yang diakibatkan karena penggunaan alat yang desain kurang ergonomis. Bila kondisi pada saat bekerja berlangsung terus menerus pada pekerja, maka kemungkinan dalam waktu yang cukup lama akan timbul penyakit-penyakit permanen yang di derita oleh para pekerja. Kondisi yang kurang ergonomis ini harus di kurangi atau dihilangkan dalam perancangan desain mesin bor magnet yang baru [Joko, 2005]. Dalam rancangan ini diharapkan juga untuk menghilangkan dampak-dampak buruk pada kemampuan otot manusia dalam bekerja. Karena ilmu antropometri merupakan ilmu yang mengkalibrasikan ukuran manusia sehingga nantinya ukuran tersebut dapat digunakan sebagai acuan membuat alat atau berbagai *tools* sesuai populasi pengguna.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana merancang mesin bor magnet yang dapat memberikan *indicator* otomatis saat beraktivitas?
2. Berapa ukuran perancangan mesin bor magnet berdasarkan antropometri agar dicapai kondisi yang ergonomis dan merancang kursi yang *adjustable* untuk aktivitas pengeboran?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan perancangan mesin bor magnet yang dapat memberikan *indicator* otomatis saat melakukan aktivitas.
2. Menentukan ukuran perancangan mesin bor magnet berdasarkan antropometri agar dicapai kondisi yang ergonomis dan perancangan kursi yang *adjustable* untuk aktivitas pengeboran.

1.4 Batasan Dan Asumsi

Agar penelitian ini lebih terfokus maka dibatasi sebagai berikut :

1. Mesin bor magnet menggunakan ukuran mata bor maksimal berdiameter 25 mm
2. Pendekatan ergonomi hanya berkaitan dengan perancangan mesin bor magnet dengan kesesuaian untuk dimensi tubuh orang dewasa laki-laki.
3. Data dimensi yang diambil merupakan sampel dari populasi beberapa para pekerja di bengkel mesin perkakas.
4. Besarnya biaya yang berdampak terhadap desain baru, tidak diperhitungkan tetapi menggunakan material yang relative murah.

Asumsi-asumsi yang digunakan sebagai berikut :

1. Data sampel yang diambil dari populasi dari beberapa tempat bengkel mesin perkakas telah mewakili data yang dibutuhkan untuk data antropometri.
2. Pengguna/operator sudah paham cara penggunaan mesin bor magnet.
3. Selama pengambilan sampel mesin dalam keadaan normal.

II. LANDASAN TEORI

2.1. Ergonomi dan Antropometri

Secara keilmuan ergonomi dipandang sebagai disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaan. Ergonomi adalah cabang ilmu sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem tersebut dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu, dengan efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien [Srope, 2001].

Disiplin ilmu ergonomi pengaplikasiannya dikelompokkan atas empat bidang penyelidikan

[Sutalaksana, 1979], meliputi : tampilan, penyelidikan tentang kekuatan fisik manusia, penyelidikan tentang ukuran kerja, dan penyelidikan tentang lingkungan kerja. Berdasarkan bidang-bidang penyelidikan tersebut, maka penelitian ergonomi membutuhkan pengetahuan-pengetahuan lainnya seperti:

1. Anatomi dan fisiologi manusia, yaitu ilmu yang mempelajari struktur dan fungsi tubuh manusia.
2. Antropometri, yaitu ilmu yang mempelajari mengenai ukuran dan dimensi tubuh manusia
3. Fisiologi psikologi, yaitu mengenai sistem saraf dan otak manusia
4. Psikologi eksperimen, yaitu ilmu yang mempelajari tingkah laku manusia.

Antropometri dapat dinyatakan suatu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia [Nurmianto, 2004]. Data antropometri dalam pengolahan selanjutnya dapat diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal:

1. Perancangan areal kerja (work station, interior mobil, dan sebagainya).
2. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, perlengkapan, perkakas dan sebagainya
3. Perancangan produk-produk konsumtif seperti pakaian, kursi meja, komputer dan sebagainya.
4. Perancangan lingkungan kerja fisik, yaitu dalam perancangan tersebut bentuk, ukuran dan dimensi yang berkaitan dengan produk yang berkaitan langsung dengan data antropometri manusia itu pada dasarnya memiliki variasi yang cukup besar, maka perancangan produk harus mampu mengakomodasikan dimensi tubuh dari populasi terbesar yang akan menggunakan produk tersebut.

Manusia pada umumnya akan berbeda-beda dalam bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Faktor yang akan mempengaruhi ukuran tubuh manusia antara lain umur, jenis kelamin, suku bangsa, posisi tubuh atau *posture*, kehamilan, cacat tubuh secara fisik. Pengukuran dimensi tubuh dikenal dua macam pengukuran yaitu [Hari, 2008] :

1. Pengukuran dimensi struktur tubuh (*statis*)

Tubuh diukur dalam berbagai posisi *standard* dan tidak bergerak (tetap tegak sempurna). Dimensi tubuh yang diukur dengan posisi antara lain meliputi berat badan, tinggi tubuh dalam posisi berdiri, ukuran kepala, panjang lengan dan sebagainya.

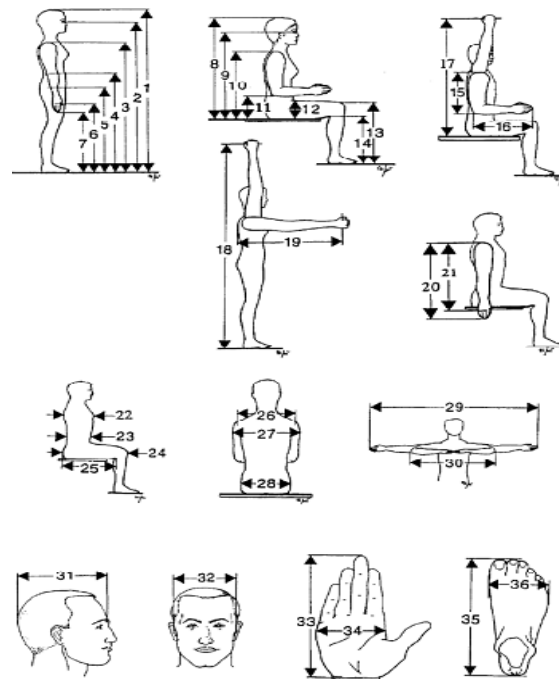
2. Pengukuran dimensi fungsional tubuh (*dinamis*)

Pengukuran dilakukan terhadap posisi tubuh pada saat berfungsi melakukan gerakan-gerakan tertentu yang berkaitan dengan kegiatan yang harus diselesaikan. Hal pokok yang ditekankan dalam pengukuran dimensi fungsional tubuh ini adalah ukuran yang nantinya akan berkaitan erat dengan gerakan nyata yang diperlukan tubuh untuk melaksanakan kegiatan. Terdapat tiga kelas dalam pengukuran antropometri dinamis : pengukuran tingkat keterampilan sebagai pendekatan untuk mengerti keadaan mekanis dari

Created with

suatu aktivitas, pengukuran jangkauan, ruang pada saat bekerja dan pengukuran variabilitas kerja.

Sistem Kerangka dan Otot Manusia adalah sistem kerangka antar bagian dalam tubuh manusia yang di hubungkan dengan menggunakan otot dalam jaringan tubuh. Dalam rangka memenuhi tujuan desain atau rancangan produk baru yang sesuai dengan kebutuhan manusia, maka diperlukan beberapa pengetahuan dasar tentang karakteristik otot dan kerangka manusia terutama dimensi dan kapasitasnya. Dan anatomi manusia merupakan ilmu dasar yang mempelajari karakteristik otot dan system kerangka manusia [Nurmianto, 2004] meliputi : kerangka dan sambungan kerangka, sistem sambungan kerangka, otot (muscle), aktifitas otot, sumber energi bagi otot, pengaruh dari berkurangnya aliran darah, pembebanan otot secara statis, jaringan penghubung (connective tissue), dan rasa nyeri otot.



Gambar 1. Antropometri

2.2. Mesin Bor Magnet

Bor magnet adalah salah satu *tools* bagi pekerja bengkel perkakas. Bor magnet merupakan salah satu perkembangan yang dilakukan bertujuan untuk meminimasi biaya sekaligus untuk efisien waktu. Kegunaan utama bor ini adalah untuk mengebor besi yang tempatnya sulit dijangkau oleh bor duduk [Bouthtordy, 1983]. Mesin Bor magnet merupakan perkembangan dari bor tangan biasa. Perbedaan bor magnet dengan bor tangan yaitu hanya terletak pada magnet. Bor magnet dilengkapi dengan elektromagnet yang bertujuan merekatkan dinding permukaan material besi yang akan dibor dengan mesin bor tersebut [Titik, 2010]. Tetapi pada mesin bor tangan tidak ada. Peningkatan tersebut bertujuan untuk mengantisipasi masalah- masalah khusus yang dihadapi para operator antara lain [Krar, 1983] :

- Pengeboran pada badan rangka truck yang ingin dilubangi dengan diameter yang cukup besar Ø32 mm.
- Pengeboran dalam jumlah yang cukup banyak pada plate besi yang temptnya permanen.
- Pengeboran pada besi penyangga kontruksi yang mengharuskan pengeboran di tempat.

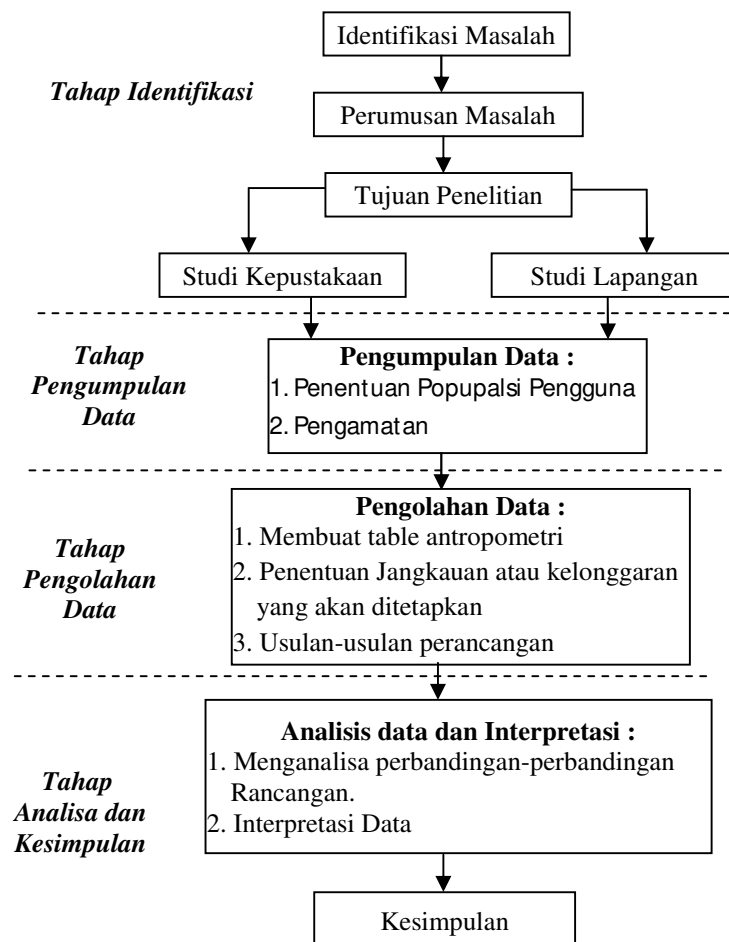
2.3. Perancangan Bor Magnet

Demensi pengambilan data meliputi [Wignyosubroto, 2008] & [Srope, 2001]:

- Tinggi tubuh dalam posisi duduk (8).
- Tinggi mata dalam posisi duduk (9)
- Tinggi siku dalam posisi duduk (11)
- Tebal/ lebar paha (12)
- Panjang paha dari pantat sampai lutut (16)
- Tinggi lutut posisi berdiri atau duduk (13)
- Tinggi ujung jari posisi berdiri (7)
- Lebar pinggul/pantat (28)
- Panjang siku dari siku sampai ujung jari (16)
- Panjang tangan dari pergelangan sampai ujung jari (33)
- Lebar telapak tangan (34)

III. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah dalam melakukan penelitian agar dicapai hasil secara maksimal maka dibuat langkah-langkah metodologi menjadi 4 tahapan yang meliputi : identifikasi, pengumpulan data, pengolahan data dan analisa & kesimpulan [6].



Gambar 2. Flowchart Metodologi

IV. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Uji Keceragaman Data

Peta control adalah suatu alat ukur yang digunakan dalam menguji keseragaman data yang diperoleh hasil pengamatan. Untuk membuat peta control diperlukan hitungan rata-rata, batas control atas (BKA), batas control bawah (BKB), dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95%. Analisa keseragaman data untuk dimensi tubuh (9) sebagai berikut [Sri Gunani, 2005]:

Tabel 1. Dimensi Tubuh (9)

No.	X	X ²	No.	X	X ²
1	64	4096	16	67	4489
2	64	4096	17	69	4761
3	63	3969	18	69	4761
4	64	4096	19	70	4900
5	63	3969	20	71	5041
6	69	4761	21	65	4225
7	73	5329	22	71	5041
8	73	5329	23	71	5041
9	76	5776	24	72	5184

10	78	6084	25	66	4356
11	76	5776	26	72	5184
12	77	5929	27	73	5329
13	77	5929	28	67	4489
14	74	5476	29	70	4900
15	67	4489	30	68	4624
Jumlah				2099	147429

Dari data diketahui bahwa :

$$N = 30$$

$$\sum x = 2099$$

$$\sum x^2 = 147429$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} = \frac{2099}{30} = 69,97 \text{ cm}$$

$$SD = \sqrt{\frac{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

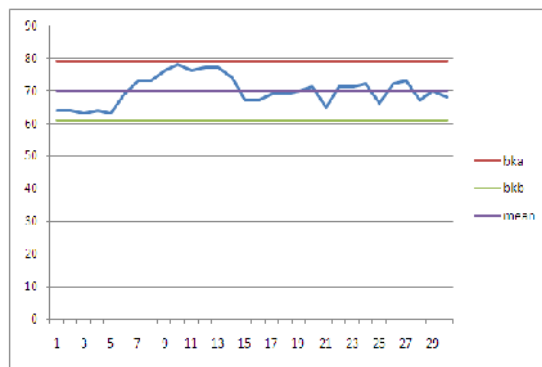
$$= \sqrt{\frac{30(147429) - (4405801)}{30(30-1)}} = 4,429$$

$$BKA = \bar{x} + 2 SD$$

Created with

$$= 69,97 + 2(4,49) = 78,95 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= \bar{x} - 2 \text{ SD} \\ &= 69,97 - 2(4,49) = 60,99 \text{ cm} \end{aligned}$$



Gambar 3. Batas Control Dimensi Tubuh (9)
Karena data berada pada batas kontrol, maka dapat disimpulkan bahwa dimensi tubuh (9) seragam.

Tabel 2. Hasil Uji Keseragaman Data

No	Dimensi Tubuh	N	\bar{x}	BKA	BKB	SD	Ket.
1	(9)	30	69,97	78,83	61,10	4,429	Seragam
2	(16)	30	58,53	64,49	64,49	2,980	Seragam
3	(13)	30	57,97	64,32	64,31	3,224	Seragam
4	(7)	30	65,97	74,92	74,92	4,445	Seragam
5	(28)	30	35,97	44,83	44,82	4,439	Seragam
6	(15)	30	76,97	85,83	85,82	4,429	Seragam
7	(33)	30	3,77	4,58	2,82	0,440	Seragam
8	(34)	30	9,49	11,73	11,73	1,12	Seragam
9	(14)	30	46,10	52,2	39,9	3,06	Seragam

Secara keseluruhan data dimensi tubuh berada pada batas kontrol.

4.2. Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan pada data-data dimensi tubuh dilakukan dengan menggunakan uji hipotesa dengan menggunakan software spss sebagai berikut :

H_0 : Data terdistribusi normal

H_1 : Data tidak terdistribusi normal

Dengan menggunakan software spss dengan $\alpha : 0,05$
Jika $P > \alpha$ maka terima H_0

Tabel 3. Uji Kenormalan Data

No	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
(9)	.082	30	.200 [*]	.959	30	.300
(16)	.115	30	.200 [*]	.962	30	.353
(13)	.085	30	.200 [*]	.982	30	.884
(7)	.086	30	.200 [*]	.958	30	.272
(28)	.082	30	.200 [*]	.959	30	.300
(15)	.082	30	.200 [*]	.959	30	.300
(33)	.104	30	.200 [*]	.957	30	.252
(34)	.124	30	.200 [*]	.967	30	.450
(14)	.140	30	.137	.951	30	.185

Dengan menggunakan hasil data shapiro-Wilk dari table diatas diperoleh nilai Sig/P untuk dimensi tubuh (9) sebesar 0,300. $P > \alpha$ maka terima H_0 . Berdasarkan pengambilan data dimensi tubuh (9) dinyatakan berdistribusi normal, dengan demikian dari hasil peluang dari table diatas, dapat disimpulkan bahwa semua dimensi tubuh diatas dapat dinyatakan normal.

4.3. Pembuatan Tabel Antropometri

Langkah selanjutnya adalah pembuatan table antropometri yang akan digunakan untuk menganalisa kesesuaian antara ukuran fasilitas perangkat tambahan mesin bor magnet dengan dimensi tubuh manusia. Tahap penyusunan table antropometri dapat diuraikan sebagai berikut.

Untuk perhitungan antropometri dimensi tubuh (9) :

$$\begin{aligned} P_5 &= \bar{x} - 1,65\sqrt{SD} \\ &= 69,97 + 1,65\sqrt{4,42} = 66,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{95} &= \bar{x} + 1,65\sqrt{SD} \\ &= \bar{x} + 1,65\sqrt{4,429} = 73,4 \text{ cm} \end{aligned}$$

Tabel 4. Tabel Antropometri

No	Dimensi Tubuh	N	5%	50%	95%
1	(9)	30	66,5	69,97	73,4
2	(16)	30	55,70	58,53	61,37
3	(13)	30	54,91	57,87	60,82
4	(7)	30	62,57	66,03	69,50
5	(28)	30	32,50	35,97	39,43
6	(15)	30	73,50	76,97	80,43
7	(33)	30	ø 2,6	ø 3,7	ø 4,79
8	(34)	30	7,76	9,49	11,22
9	(14)	30	43,22	46,10	48,98

4.4. Perancangan Bor Magnet

Fasilitas tambahan yang dibuat berguna sebagai ukuran yang sesuai dimensi tubuh pengguna.

a. Pegangan tangan, dari table antropometri didapat dimensi tubuh untuk (33) percentile 5% sebesar ø 2,6cm. Jadi untuk usulan besar diameter pegangan dengan keliling sebesar ø 2,6cm cm. Untuk panjang pegangan dibutuhkan dimensi tubuh (34) dengan menggunakan percentile 95% sebesar 11,22 cm dengan 0 allowance. Jadi panjang pegangan yang akan digunakan sebagai usulan sebesar 11,22 cm.

- b. Tinggi penyangga, dari table antropometri didapat dimensi tubuh untuk (7) percentile 95% sebesar 69,50 cm. Jadi untuk usulan panjang penyangga ditambah allowance sebesar 70,50 cm.
- c. Peletakan tempat duduk adjustable, karena posisi tempat bukan posisi statis melainkan dinamis, maka perlu ditambahkan kursi duduk yang *adjustable* dengan allowance yang cukup besar sebesar 19 cm menyesuaikan keadaan mesin bor dengan posisi mata, perlu dibuat batas dari jarak tertinggi dengan percentil 95% yaitu sebesar 29,98 cm.
- d. Peletakan lampu *indicator*, dari table antropometri untuk tinggi mata dibutuhkan dimensi tubuh (9) dengan menggunakan percentile 50% sebesar 51,14 cm.

Perbandingan Mesin Lama dan Mesin Baru



Gambar 4. Mesin Bor Lama



Gambar 5. Mesin Bor Desain Baru

4.5. Hasil Waktu Kerja

Perbandingan waktu kegiatan terhadap elemen kerja yang ada pada mesin bor magnet antara yang lama dengan yang baru dapat dilihat dari jumlah rata-rata waktu kerja diperoleh selisih antara mesin bor lama dengan yang baru, sebagai berikut [Titik, 2010] :

$$\Delta = \frac{t_{awal} - t_{baru}}{t_{awal}}$$

a. Waktu mengebor ($\Delta 1$)

$$= \frac{126,33 - 122,13}{122,13} = 3,4\%$$

b. Waktu pemosisian mata bor ($\Delta 2$)

$$= \frac{5,03 - 4}{5,03} = 20,4 \%$$

c. Waktu set up ($\Delta 3$)

$$= \frac{368,9 - 337,33}{368,9} = 9,5\%$$

d. Waktu perpindahan ($\Delta 4$)

$$= \frac{222,76 - 222,43}{222,76} = 8,5\%$$

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian terhadap perancangan Mesin Bor Magnet, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Terangkatnya magnet pada mesin bor dilakukan dengan cara pemberian lampu *indicator* otomatis dan pemberian pengait antara tempat duduk dengan bor magnet yang dapat di bongkar pasang.
2. Penerapan tabel antropometri pada perancangan mesin bor magnet menghasilkan ukuran – ukuran Panjang pegangan sebesar : 11,22 cm, diameter pegangan: 2,6 cm, tinggi penyangga 70,50 cm, jarak kursi dengan: 73,5 cm, tinggi kursi : 29.98 cm, lebar kursi : 39,4 cm tinggi lampu : 51,14 cm. Dari penerapan tersebut, ukuran perangkat tambahan untuk mesin bor magnet memberikan dampak bagus bagi pengguna mulai dari kenyamanan, efisiensi dan kesehatan kerja.
3. Penentuan rancangan penggunaan mesin bor magnet yang bersifat sementara sebaiknya dilakukan berdiri, dan lampu *indicator* berperan penting untuk keamanan, sedangkan ketika mesin bor digunakan pada pengguna yang dilakukan tetap dan terus menerus maka pekerjaan harus dilakukan dengan cara duduk di kursi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wignjosoebroto, Sritomo, *Ergonomi, Studi Gerak dan waktu*, Guna Widya, 2008.
- [2] Hari Purnomo, *Antropometri dan Aplikasinya*, Graha Ilmu, Yogyakarta. 2008.
- [3] Sritomo W. Soebroto, *Prinsip-Prinsip Perancangan Berbasis Dimensi Tubuh (Antropometri) Dan Perancangan Stasiun Kerja*, Guna Widya, 2000.
- [4] Sri Gunani, A. Pawennari, Sritomo W. Soebroto, Analisis Ergonomi Terhadap Rancangan Fasilitas Kerja Pada Stasiun Kerja Dibagian Skiving Dengan Antropometri Orang Indonesia . *Jurnal Optima ITS*, Surabaya 2005.
- [5] Titik Nurhidayah, Musthofa Luthfi, dan Khoirul Anam *Perencanaan Tempat Duduk Traktor Roda Empat Yang Ergonomis Dengan Antropometri*, Jurusan Keteknikan Pertanian-Fakultas Teknologi Pertanian-Universitas Brawijaya Jl. Veteran – Malang. 2010.
- [6] Joko Waluyo, Pengaruh putran spindle utama mesin bor terhadap keausan pahat bor dan parameter pengeboran pada proses pengeboran dengan bahan baja, *Jurnal Teknologi*, 3(2), 2010, 138-144, 2005.
- [7] Bouthroryd, Geoffrey, *Fundamental of Metal Machining and Machining Tool*, Singapore; B&Jo Enterprise. PT ELTD, S'pore, 1981.
- [8] Krar dkk, *Machine Tool Operation*, United Sates of America, Mc Graw Hill, Inch, 1983.
- [9] Serope Kalpakjian and Steven R. Schmid, *Manufacturing Engineering and Technology*, Fourth Edition, 2001.
- [10] Satalaksana, Iftikar J., John H. Tjakraatmadja, Ruhana Anggawisastra, *Teknik Tata Cara Kerja*, Bandung, Departement Teknik Industri – ITB, 1979.
- [11] Nurmianto, Eko, *Ergonomi, Konsep Dasar Dan Aplikasinya*, Edisi pertama, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Penerbit Guna Widya, Surabaya, 1998.